

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/CH05/000209

International filing date: 15 April 2005 (15.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: CH  
Number: 664/04  
Filing date: 16 April 2004 (16.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 25 April 2005 (25.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



PCT/CH 20 05 / 000209

**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 15. April 2005

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Administration Patente  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

  
Jenni Heinz



**Hinterlegungsbescheinigung zum Patentgesuch Nr. 00664/04 (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Leuchtpaneel und optisch wirksame Folie.

Patentbewerber:

LUCEA AG

c/o Wey & Spiess Treuhand- und Revisionsgesellschaft

Gotthardstrasse 18

6300 Zug

Vertreter:

Frei Patentanwaltsbüro AG

Postfach 524

8029 Zürich

Anmeldedatum: 16.04.2004

Voraussichtliche Klassen: F21V, H01L





## LEUCHTPANEEL UND OPTISCH WIRKSAME FOLIE

Die Erfindung betrifft das Gebiet von Leuchtpaneelen mit LEDs, d.h. von abschnittsweise flächigen Lichtgebern mit einer Mehrzahl von lichtemittierenden Halbleiterdioden (LEDs) als Lichtquellen.

5 Solche Leuchtpaneele, die auch den Vorteil der Konfektionierbarkeit haben, sind aus den Schriften EP 1 055 256 und WO 03/023857 sowie auch aus der schweizerischen Patentanmeldung 866/03 bekannt.

Bei solchen Leuchtpaneelen gehören die Langzeit-Stabilität auch unter schwierigen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Schadstoffeinwirkung) sowie die kostengünstige Herstellbarkeit zu den Grundvoraussetzungen. Ausserdem existiert  
10 für viele Anwendungen ein Bedarf, das relativ schmalbandige Emissionsspektrum von LEDs den jeweiligen Bedürfnissen anzupassen.

Das zur-Verfügungstellen von technischen Lösungen für Leuchtpaneele unter diesen Gesichtspunkten gehört ist eine Aufgabe der Erfindung. Ein dafür zur Verfügung gestelltes Bauteil sollte über lange Zeit stabil, vorzugsweise getrennt herstellbar und  
15 kontrollierbar und vorzugsweise sehr kostengünstig herstellbar sein.



Diese Aufgabe wird gelöst durch die Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen definiert ist.

Gemäss der Erfindung werden die Funktionen ‚Schutz‘ und ‚optische Wirkung‘ mit einem einzigen, kostengünstig herzustellenden Element verwirklicht: Einer Folie.

- 5    Optisch wirksame Folien zur Konversion der Lichtfarbe und/oder zur Filterung bestimmter Lichtfarben, sind im Zusammenhang mit elektrolumineszenten Lichtquellen wie LED oder OLED an sich bekannt.

Beispiele die sich OLED und/oder auf LED beziehen, finden sich in den Schriften WO03021622, WO03020846, US6653778, JP11199781. Beispiele die sich  
10   ausschliesslich auf OLED beziehen, finden sich in den Schriften TW474038, US2002113546, JP2001164245.

Optisch wirksame Folien im Sinne von Linsen-Arrays oder ähnlichem sind im Zusammenhang mit elektrolumineszenten Lichtquellen wie LED oder OLED ebenfalls an sich bekannt. Zwei Beispiele aus vielen hierfür sind die Patente  
15   US6654175, US2003150916.

In keinem der bekannten Beispiele wird hingegen eine optisch wirksamen Folie offenbart, welche dazu geeignet wäre, eine Schutzfunktion gegen aggressive Gase und Flüssigkeiten sowie gegen Wasser und Wasserdampf für die elektrolumineszenten Lichtquellen und deren elektrische Anschlüsse und, im Falle  
20   der Konversion oder Filterung von Licht, für die verwendeten Farbstoffe wahrzunehmen. Folglich wird ebenfalls keinem dieser Dokumente eine Folie offenbart,



welche eine Langzeit-Stabilität der chemischen, mechanischen und optischen Eigenschaften der Folie aufweisen würde:

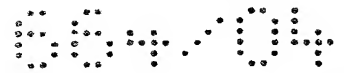
Langzeit-Stabilität bezüglich der chemischen Eigenschaften bedeutet, dass die oben genannten Schutzfunktionen über beispielsweise mindestens 50'000 Betriebsstunden  
5 auch bei Betriebstemperaturen von bis zu 120°C erhalten bleiben. Langzeit-Stabilität bezüglich der mechanischen Eigenschaften bedeutet, dass unter Witterungsbedingungen im Freien und unter mechanischer Wechselbelastung während mindestens 50'000 Betriebsstunden auch bei Betriebstemperaturen von bis zu 120°C kein Verspröden und keine Rissbildung auftritt. Langzeit-Stabilität  
10 bezüglich der optischen Eigenschaften bedeutet dass die Folie im Bereich sichtbaren Lichtes beispielsweise nach mindestens 20'000 Betriebsstunden, besser aber erst nach 50'000 Betriebsstunden, auch bei Betriebstemperaturen von bis zu 120°C einen Transmissionsverlust von höchstens 20% aufweisen darf.

Weiter wird in keinem der bekannten Fälle davon gesprochen eine solche Folie für  
15 das Zusammenspiel mit einem flächigen Array nicht gehäuster LED-Chip auszulegen.

Konsequenterweise ist auch nirgends erwähnt, eine solche Folie völlig unabhängig von den flächigen LED-Array, aber abgestimmt auf dasselbe, grossflächig herzustellen, unabhängig zu kontrollieren, nachträglich in passende Stücke zu  
20 zerschneiden und dann mit dem LED-Array zu vereinigen.

Es hat sich überraschend gezeigt, dass als Materialien für solche erfindungsgemässe Folien zwei Klassen von Werkstoffen besonders geeignet sind: Fluorpolymere und transparente Silikone. Diese sind aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften als





Werkstoffe an sich wohlbekannt, wurden aber bisher für optische Anwendungen gar nicht in Betracht gezogen (Fluorpolymere) bzw. nicht als Folien in Betracht gezogen.

Obwohl im Folgenden diese zwei Materialklassen näher beschrieben werden, schliesst die Erfindung die Verwendung ähnlich geeigneter Materialien nicht aus.

5 Die zwei erwähnten Materialklassen besitzen folgende Vorteile:

- Sie sind als Folien wohl definierter Dicke am Markt erhältlich sind und können nachträglich durch Beschichten, Einwalzen von Materialien, Laminieren, Prägen, Tiefziehen und ähnlichen Verfahren in die gewünschte Form gebracht und/oder mit anderen Folien oder Schichten kombiniert werden können.
- 10 - Sie lassen sich mit löslichen oder hoch viskosen Materialien für die optische Funktion problemlos kombinieren; diese können durch Verfahren wie Beschichten, rakeln, aufsprühen usw. auf eine Basisfolie aufgebracht werden können und dort zumindest teilweise aushärten.
- Halbkristalline Fluorpolymere sind die einzigen bekannten transparenten  
15 Kunststoffe bei denen nach 20-jähriger Bewitterung (Dupont Bewitterungsversuche in der Atmosphäre Floridas) keine nennenswerte Veränderung der optischen Eigenschaften und kein Nachlassen der chemischen und mechanischen Eigenschaften nachgewiesen werden konnte.
- Als Folien sind halbkristalline Fluorpolymere beispielsweise in höchster Qualität  
20 unterschiedlicher Dicke von der Firma Dupont unter dem Markennamen FEP



oder PFA erhältlich. Diese Folien haben nicht nur eine hervorragende Transparenz (bei Dicke 200 µm besser als 92% für das gesamte sichtbare Licht), sondern sie sind nach entsprechender Vorbehandlung beschichtbar und bei Temperaturen von ca. 300°C mit sich selbst oder anderen Materialien verklebbar bzw. laminierbar. Darüber hinaus eignen sie sich hervorragend zur Beschichtung mittels Vakuum-Verfahren wie Sputtern oder Bedampfen.

- Zu transparenten Silikonen gibt es Langzeitmessungen, bspw. von der Firma Lumileds. Diese zeigen, dass Silikon seine gute Transparenz auch bei erhöhten Temperaturen nach ca. 10'000 Stunden Einsatz mit so genannten Power-LED praktisch unverändert erhalten hat. Weiter haben eigene Versuche ergeben, dass ein in transparentes Silikon eingehülltes LED-Array auch ein wochenlanges „Quälen“ in siedendem Wasser und in leuchtendem Zustand ohne nachweisbare Helligkeitsverluste problemlos übersteht.

Die im Zusammenhang mit LED und/oder OLED meist verwendeten transparenten Materialien wie PMMA, PC, PE, PET erfüllen die gestellten Forderungen entweder in Bezug auf Temperaturstabilität und/oder in Bezug auf optische Langzeit-Stabilität bei weitem nicht.

Zusätzlich zu den genannten oder ähnlichen hochtransparenten, langzeitstabilen und temperaturstabilen Materialien ist es möglich, dünne Schichten hochtransparenter, temperaturstabiler Materialien zu verwenden, bei denen beispielsweise die Lichttransmission im sichtbaren Bereich mit der Zeit abnimmt. Es ist möglich die Schichtdicke eines solchen Materials so zu wählen, dass die Abnahme der Transmission nur eine untergeordnete Rolle spielt. Ein Beispiel eines solchen Materials sind PI-Resiste, die eine ausgezeichnete, aber mit der Zeit leicht abnehmende Transparenz, eine hohe Beständigkeit gegen die meisten Chemikalien



und eine sehr gute Temperaturbeständigkeit aufweisen. Der Vorteil neu entwickelter PI-Resiste liegt darin, dass sie mit üblichen Verfahren in Schichtdicken zwischen 1 und 10 µm aufgebracht und ausgehärtet werden können, im ausgehärteten Zustand extrem hohe optische Brechungs-Indices (1.65 bis 1.9) aufweisen und somit zur

5 Erzeugung mikrooptischer refraktiver Elemente (fresnelartige Elemente) prädestiniert sind.

Als lösliches Material sind amorphe Fluorpolymere beispielsweise von der Firma Dupont unter dem Markennamen Teflon AF erhältlich. Dieses Material ist in gewissen perfluorinierten Lösungsmitteln (z.B. FC75 oder FC40 der Firma 3M)

10 lösbar und kann in diesem Zustand in dünnen oder dickeren Schichten durch Verfahren wie Aufspinnen, Sprühen, Tauchen usw. auf geeignete Träger aufgebracht werden. Es hat eine hervorragende Transparenz für sichtbares Licht und eine ebenso herausragende Langzeit-Stabilität wie die anderen Fluorpolymere.

Der an und für sich schon gute Schutz den die genannten Materialien gegen

15 aggressive Gase und Flüssigkeiten sowie gegen Wasser und Wasserdampf bieten, kann durch Bedampfen oder Besputtern mit einer anorganischen Schutzschicht wie SiOx oder SiNxOx noch wesentlich verbessert werden. Hierzu sind anorganischen Schutzschichten von wenigen 100 nm Dicke notwendig.

Mit mindestens einer Schicht oder mit einer Kombination mehrerer Schichten der

20 diskutierten Materialien kann über lange Zeit stabiler Schutz eines LED-Arrays gewährleistet werden.

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung fordert aber, dass die optisch wirksame Schutzfolie zusätzlich zu diesem Schutz der LED und ihrer elektrischen



Verbindungen mindestens eine der optischen Funktionen Lichtfarbkonversion oder Lichtfarbfilterung und zusätzlich allenfalls eine der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung, Lichtumlenkung oder diffuse Lichtstreuung übernimmt.

- 5 Im Falle der optischen Funktionen Lichtfarbkonversion und/oder Lichtfarbfilterung ist zusätzlich gefordert, dass die hierfür notwendigen Farbstoffe oder Phosphore von der Folie selbst wirksam gegen chemische Einflüsse geschützt werden.

Um diese Forderung zu erfüllen drängt sich ein mehrschichtiger Aufbau der optisch wirksamen Schutzfolie auf.

- 10 Ein optimaler Schutz der notwendigen Farbstoffe oder Phosphore kann erreicht werden, indem diese zwischen mindestens zwei Schichten der genannten Materialien eingebracht sind, so dass „oberhalb“ und „unterhalb“ der Farbstoff- bzw. Phosphorschicht eine genügend dicke Schicht des Schutzmaterials vorhanden ist.

- 15 Dieser Aufbau unterscheidet sich wesentlich von einem Aufbau in dem die Farbstoffe oder Phosphore beispielsweise durch Mischungsverfahren gleichmässig verteilt in eine Trägermaterial eingebracht sind. Im Falle der gleichmässigen Verteilung sind nämlich die Farbstoffmoleküle nahe der Oberfläche dem Einfluss chemisch aggressiver Medien nahezu schutzlos ausgeliefert, so dass von den Oberflächen her eine allmähliche Degradation der Farbstoffe geschieht und das
- 20 optische Verhalten der Folie entsprechend verändert wird.

Das Einbringen des Farbstoffes zwischen zwei Schutzschichten verhindert eine solche Degradation weitgehend. Praktisch vollständig verhindert wird eine



Degradation der Farbstoffe durch die zusätzliche Beschichtung der beiden Schutzschichten mit einer additiven anorganischen Schutzschicht, also beispielsweise mit einer einige 0.1  $\mu\text{m}$  dicken  $\text{SiO}_x$ -Schicht.



- Die Herstellung einer solchen zwischen zwei Schutzschichten eingebetteten Farbstoff- bzw. Phosphorschicht ist auf unterschiedlichste, einfache Arten möglich:

10 Eine erste Möglichkeit ist beispielsweise die Verwendung zweier Folien aus FEP, die beide auf die Temperatur aufgeheizt werden, bei der sie aufeinander laminiert werden können. Vor dem Auflaminieren der oberen Folie wird die untere Folie gleichmässig mit der notwendigen Menge Farbstoff bestreut. Allenfalls wird der Farbstoff zusätzlich in die Oberfläche der unteren Folie eingewalzt. Dies ist ohne weiteres möglich, weil die zur Lamination notwendige Temperatur deutlich über der so genannten Glas temperatur liegt, oberhalb derer nur noch geringste Kräfte zur plastischen Deformation des Werkstoffes notwendig sind. Danach werden die beiden Folien laminiert.

- 15 Eine zweite Möglichkeit verwendet wiederum beispielsweise zwei Folien aus FEP. Auf die untere FEP-Folie wird ein Gemenge aus gelösten Teflon AF und der notwendigen Farbstoffmenge aufgebracht und ausgehärtet. Danach wird die obere FEP-Folie auflaminiert.

- 20 Bei einer dritten Möglichkeit wird das Gemenge aus gelösten Teflon AF und der notwendigen Farbstoffmenge ersetzt durch ein Gemenge aus transparentem Silikon und der notwendigen Farbstoffmenge. In diesem Fall wird die obere FEP-Folie nicht auflaminiert sondern nur aufgerollt, weil das Silikon genügend Haftung bietet.



Auf die Aufzählung weiterer entsprechender Herstellmöglichkeiten soll verzichtet werden.

Auf die hier beschriebene Art können auch mehrlagige optisch wirksame Schutzfolien hergestellt werden.

- 5 So kann es zum Beispiel zum Zwecke der Erzeugung weissen Lichtes sinnvoll sein, zunächst das monochromatische blaue oder ultraviolette Licht der LED mit einem entsprechenden Konversionsfarbstoff (Phosphor) oder Farbstoffmischung in prinzipiell weisses Licht zu wandeln. Vielfach resultiert nach einer solchen Wandlung ein Lichtspektrum, das im grünen bis roten Bereich einen relativ
- 10 kontinuierlichen Verlauf aufweist, dem aber eine scharfe – und störende - Spitze bei der Wellenlänge des ursprünglichen Lichtes überlagert ist. Diese störende Spitze im Spektrum kann durch eine in Sinne des Strahlenganges der Konversionslage nach geschaltete Filterschicht so weit gedämpft werden, dass das resultierende Spektrum den Anforderungen genügt.
- 15 Eine andere Art eines mehrlagigen Aufbaus kann nötig sein, wenn beispielsweise mindestens zwei nicht miteinander mischbare, als beispielsweise anorganische und organische Konversionsfarbstoffe verwendet werden sollen. Die Farbstoffe können dann Lage für Lage von einander getrennt in den Aufbau der optisch wirkenden Schutzfolie eingebracht werden. Selbstverständlich können zusätzlich in weiteren
- 20 Lagen Filterschichten vorhanden sein.

Selbstverständlich sind noch weitere mehrlagige Aufbauten möglich.



Die Konversionsfarbstoffe oder Filterfarbstoffe müssen nicht über die ganze Fläche der Folie vorhanden sein.

Es ist beispielsweise möglich einen einzelnen Farbstoff zu verwenden, der nur in mindestens einer Zone der Schutzfolie vorhanden ist. Auf diese Weise kann die durchleuchtete Schutzfolie ein beliebiges Muster zweier Farben zeigen. So ist es beispielsweise machbar, dass ausgehend von grünen LED zonenweise eine Konversion des grünen Lichtes in weisses Licht stattfindet und so das bekannte grün weiss Muster beispielsweise von Hinweisschildern erzeugt wird.

Natürlich ist es auch möglich mehrer unterschiedliche Konversions- und/oder Filterfarbstoffe in unterschiedlichen Zonen anzuordnen. Mit geeigneten Verfahren, wie beispielsweise Rakeln oder Aufsprühen mit Masken, kann dies in einer einzigen Lage geschehen. Es ist aber auch möglich unterschiedliche Farbstoffe in unterschiedlichen Zonen in getrennten Lagen anzuordnen. Auf die letzte Art ist es auch möglich in einander verlaufende Farbmuster zu erzeugen, indem sich die Zonen mit unterschiedlichen Farbstoffen lagenweise mindestens teilweise überlagern.

Das Anordnen unterschiedlicher Konversions- oder Filterfarbstoffe in unterschiedlichen Zonen kann im Sinne immer kleiner werdender Zonen sehr weit getrieben werden. So ist es beispielsweise ohne weiteres möglich jedem einzelnen LED des LED-arrays pixelartig eine andere Farbe zuzuordnen, obwohl durchweg beispielsweise blaue LED verwendet werden.

Mann kann aber noch weiter gehen. Es ist beispielsweise mit photolithographischen Verfahren ohne weiteres machbar, auf einer vom LED-array mit monochromatischem Licht gleichmässig hinterleuchteten optisch wirksamen



Schutzfolie ein Pixelmuster mit unterschiedlichen Konversions- oder Filterfarbstoffen zu erzeugen, bei dem die Pixel deutlich kleiner sind als die von einem LED beleuchtete Zone, wobei die Pixel unterschiedlicher Farbe natürlich in unterschiedlichen Lagen angeordnet sein können. Auf diese Weise können  
5 beispielsweise für den Betrachter sonst nicht einfach machbare Mischfarben erzeugt werden.

Zur Erzeugung der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung ist eine Möglichkeit, dass mindestens eine der Aussenflächen und/oder eine der allenfalls vorhandenen inneren Flächen der Schutzfolie mit flachen  
10 optisch wirksamen Elementen versehen ist, die wie Linsen oder Prismen wirken.

Solche flachen optischen Elemente sind beispielsweise fresnelartig in Ring- oder Streifenzonen aufgelöste refraktive Elemente oder mikrooptische diffraktive Elemente.

Beide Arten von optischen Elementen können in den diskutierten Fluorpolymeren  
15 beispielsweise mittels Prägen erzeugt werden.

In den diskutieren Silikonen können entsprechende Strukturen beispielsweise so erzeugt werden, indem eine Silikonschicht auf eine Trägerschicht, also beispielsweise auf eine Fluorpolymerschicht, aufgebracht, anschliessend ein Prägewerkzeug in die Silikonschicht eingepresst und schliesslich die Silikonschicht  
20 mindestens teilweise ausgehärtet wird.

Die genannten beiden Arten optischer Elemente unterscheiden sich, im Sinne der Herstellung, im Wesentlichen durch die Tiefe und Feinheit der zu erzeugenden





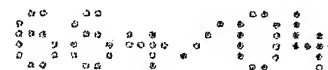
Strukturen und damit durch die Herstellverfahren für die notwendigen Werkzeuge. Da Methoden zur Herstellung der „gröberen“ fresnelartiger Strukturen seit langem bekannt sind und da in der Fach- und Patentliteratur zunehmend Verfahren zur Herstellung der bis hinunter in den Sub-Wellenlängenbereich feinen diffraktiven  
5 Strukturen beschrieben sind, wird hier nicht näher auf die Herstellung der notwendigen Werkzeuge eingegangen.

Erwähnt sei aber, dass die diffraktiven Elemente prinzipiell auf zwei unterschiedliche Arten aufgebaut sein können.

Die erste Art besteht aus einer Vielzahl feinsten rillenartiger Strukturen, die  
10 beispielsweise mittels Prägen in transparentes (Durchlicht-Elemente) oder nicht transparentes (Spiegel-Elemente) Material eingebracht werden. Die Dimensionen dieser Strukturen liegen in der Größenordnung einiger Mikrometer bis hinunter zu Dimensionen die kleiner sind als die Wellenlänge des verwendeten Lichtes.

Die zweite Art besteht, bei entsprechenden Dimensionen, aus nicht transparenten  
15 Linien, die beispielsweise mittels Sputtern von Metall und anschliessendem photolithographischem Strukturieren des Metalls auf transparentes Material aufgebracht werden.

Im Falle der Verwendung fresnelartiger refraktiver Elemente wird bekanntlich bei  
gegebener Elementtiefe mit grösser werdendem Brechungsindex der verwendeten  
20 Materialien der gewünschte optische Effekt stärker. Dies bedeutet beispielsweise, dass bei Einbringung solcher optischen Elemente in die diskutierten, einen niedrigen Brechungsindex zwischen ca. 1.3 und 1.35 aufweisenden Fluorpolymere deutlich



tiefer und/oder feiner aufgelöste Strukturen erzeugt werden müssen als beispielsweise bei Verwendung eines Silikons mit einem Brechungsindex bis zu 1.5.

Noch grössere Wirkung kann durch Verwendung einer, allenfalls zusätzlichen, Schicht des bereits diskutierten PI-Resists oder eines anderen ähnlichen Materials mit  
5 einem Brechungsindex von 1.65 bis zu 1.9 erreicht werden.

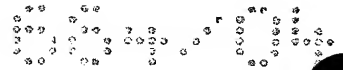
Diffraktive optische Elemente weisen ein optisches Verhalten auf, dass von der Wellenlänge des Lichtes abhängig ist.

Der diskutierte, für mikrooptische refraktive Elemente geeignete, PI-Resist weist einen Brechungsindex auf der beispielsweise von blauem zu rotem Licht hin von  
10 1.75 bis 1.65 kontinuierlich abnimmt.

Beide Tatsachen führen dazu, dass die optische Formation nicht monochromatischen, und damit auch weissen Lichts mit entsprechend aufgebauten Elementen zumindest nicht einfach ist.

Diese Schwierigkeit kann in optisch wirksamen Schutzfolien, die gemäss der  
15 vorliegenden Schrift aufgebaut sind, umgangen werden.

Geht man beispielsweise davon aus, dass die Schutzfolie ausgehend von dem monochromatischen Licht beispielsweise blauer oder ultravioletter LED mehrfarbiges Licht oder weisses Licht erzeugen und zusätzlich beispielsweise eine Lichtbündelung durchführen soll, so ist ein Aufbau von Vorteil, bei dem im Sinne  
20 des Strahlenganges das monochromatische Licht zunächst die, auf die entsprechende



Wellenlänge optimierte, Bündelungsoptik und erst dann die notwendigen Farbkonversionsschichten durchläuft.

5 Dass die Herstellung einer optisch wirksamen Schutzfolie, die dies erfüllt, in dem in dieser Schrift verwendeten prinzipiell schichtenweisen Aufbau möglich ist, folgt aus den vorstehenden Ausführungen.

Zur Erzeugung der optischen Funktionen ‚diffuse Lichtstreuung‘ ist, allenfalls zusätzlich zu einem der oben geschilderten Aufbauten, mindestens eine diffus streuende Oberfläche und/oder eine diffus streuende Schicht notwendig.

10 Eine diffus streuende Oberfläche kann durch Aufrauung einer der vorhandenen äusseren und/oder inneren Oberflächen der geschilderten optisch wirksamen Schutzfolie leicht erreicht werden. Möglich Verfahren wie beispielsweise Ätzverfahren, Sandstrahlen, Bürsten, usw. hierfür sind hinlänglich bekannt.

15 Eine diffus streuende dünne oder dicke Schicht kann beispielsweise erzeugt werden, indem beispielsweise in ein transparentes Silikonharz oder in amorphes Teflon AF, eine Vielzahl das Licht streuende kleinen Körpern eingebracht werden. Dabei ist es von Vorteil, wenn diese Körper das auf sie auftreffende Licht so wenig wie möglich absorbieren, sondern nur reflektieren. Diffuse Lichtverteilung kann dann durch eine Vielzahl von Reflektionen erreicht werden, auch wenn die einzelne Reflektion nicht diffus ist. Streukörper welche die Forderung nach möglichst geringer Absorption gut  
20 erfüllen, sind beispielsweise Mikro-Hohlglaskugeln, die bis hinunter zu Durchmessern von ca. 1  $\mu\text{m}$  am Markt erhältlich sind.



Ausgehend von einem der geschilderten Schutzfolien-Aufbauten kann eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung beschrieben werden. Alle geschilderten Folienaufbauten sind – mindestens bis zu 10% lokaler Dehnung, meist aber deutlich stärker – umformbar. Eine solche Umformung kann beispielsweise mittels Tiefziehen erfolgen. Diese Tatsache kann dazu verwendet werden die Schutzfolie mindestens an einer Stelle lokal so umzuformen, dass schalenartige Zonen im Sinne der Oberflächen von Zylinderlinsen und/oder von rotationssymmetrischen Linsen und/oder von Prismen entstehen. Werden diese schalenartigen Elemente mit einem transparenten Material hinterfüllt, so wirkt diese Hinterfüllung wie eine entsprechendes refraktives optisches Element.

Ein besonders bevorzugtes Verfahren zur Herstellung einer Schutzfolie, welche Mittel zur Farbkonversion aufweist, beinhaltet dass auf eine erste, bspw. kommerziell erhältliche transparente Folie aus einem transparenten Werkstoff ein Farbstoff oder einem Phosphor (d.h. Leuchtstoff) oder eine Matrix mit Farbstoff oder Phosphor aufgebracht wird und eine zweite Folie aus einem transparenten Werkstoff darauf aufgebracht, vorzugsweise auflaminiert wird. Das kann bei Temperaturen zwischen 200°C und 400°C, beispielsweise bei Temperaturen zwischen 250°C und 350°C geschehen.

Im Folgenden wird die erfindungsgemässe optisch wirksame Schutzfolie anhand beispielhafter Ausführungsformen erläutert.

Figuren 1a bis 1e zeigen die schematischen, nicht massstäblichen Querschnitte unterschiedlicher Ausführungen von Schutzfolien mit einer einlagigen Farb- bzw. Phosphorschicht zur Lichtkonversion oder -filterung.



Figuren 2a bis 2d zeigen die schematischen, nicht massstäblichen Querschnitte unterschiedlicher Ausführungen von Schutzfolien mit mehrlagig angeordneten unterschiedlichen Farb- bzw. Phosphorschichten zur Lichtkonversion und/oder -filterung.

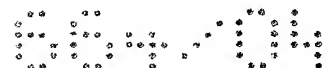
- 5 In den Figuren 3a bis 3d sind die schematischen, nicht massstäblichen Querschnitte unterschiedlicher Ausführungen von Schutzfolien mit einlagig oder mehrlagig in Zonen bzw. pixelartig angeordneten unterschiedlichen Farb- bzw. Phosphorschicht zur Lichtkonversion und/oder -filterung dargestellt.

- 10 Fig. 4a bis 4d zeigen die schematischen, nicht massstäblichen Querschnitte unterschiedlicher Ausführungen von Schutzfolien mit Farb- bzw. Phosphorschichten zur Lichtkonversion oder -filterung und zusätzlichen optischen Elementen zur Lichtbündelung, Lichtaufweitung, Lichtumlenkung.

- 15 Fig. 5 zeigt den schematischen, nicht massstäblichen Querschnitt einer Schutzfolie mit Farb- bzw. Phosphorschichten zur Lichtkonversion oder -filterung und einer zusätzlichen Schicht zur diffusen Lichtstreuung.

Fig. 6 zeigt den schematischen, nicht massstäblichen Querschnitt einer Schutzfolie mit Farb- bzw. Phosphorschichten zur Lichtkonversion oder -filterung, die so umgeformt ist, dass die Hinterfüllung der Unebenheiten optische Elemente zur Lichtbündelung und/oder Lichtaufweitung und/oder Lichtumlenkung bilden.

- 20 In Fig. 1a ist die schematische, nicht massstäbliche Querschnitt einer zweilagigen Schutzfolie gezeigt, wobei die erste Lage 11 im von der zweiten Lage 12 geschützten Oberflächenbereich Farbstoff bzw. Phosphor 13 zur Licht-Konversion oder -



Filterung beinhaltet. Die beiden Lagen 11 und 12 bestehen aus einer hochtransparenten, langzeitstabilen Schutzfolie, also beispielsweise aus am Markt erhältlichen FEP oder PFA Folien der Firma Dupont. In die Folie 11 ist einseitig die für die gewünschte Konversion oder Filterung einer Lichtfarbe notwendige Farbstoffmenge 13 eingebracht.

Dieses Einbringen kann beispielsweise so geschehen, dass der notwendig Farbstoff 13 auf die, über ihren Glaspunkt hinaus (in unseren Beispiel also ca. auf 300°C) erwärmte Folie 11 aufgestreut und mit leichtem Druck eingewalzt wird.

Die totale Dicke der Folie 11 liegt beispielsweise zwischen ca. 50 bis 200  $\mu\text{m}$ , diejenige der Farbstoff 13 enthaltenden Schicht beispielsweise zwischen 20 bis 100  $\mu\text{m}$ .

Die ebenfalls erwärmte, beispielsweise zwischen 20 bis 100 dicke, zweite Folie 12 wird direkt anschliessend an diesen Vorgang auflaminiert.

Es entsteht eine äusserst kostengünstig herstellbare Schutzfolie mit nahezu homogenem Übergang von Folie 11 zu Folie 12, die in ihrer beidseitig geschützten Mitte den gewünschten Farbstoff 13 beinhaltet.

Unter gewissen Umständen kann ein Nachteil des Aufbaus nach Fig. 1a sein, dass es schwierig ist eine grosse Homogenität der Farbstoffverteilung über die gesamte Folienfläche einzuhalten.



Der in Fig. 1b gezeigte, schematische, nicht massstäbliche Querschnitt einer Schutzfolie behebt diesen möglichen Nachteil.

Auch diese Schutzfolie besteht im Wesentlichen aus zwei Lagen 11 und 12 einer hochtransparenten, langzeitstabilen Schutzfolie, also beispielsweise aus am Markt  
5 erhältlichen FEP oder PFA Folien der Firma Dupont.

Der zur Farb-Konversion- oder Filterung notwendige Farbstoff 13 ist homogen in ein geeignetes Matrixmaterial 14 eingemischt. Dieser Mischungsprozess findet unabhängig und mit grosser Genauigkeit statt. Das Matrixmaterial 14 kann beispielsweise aus hochtransparentem gelöstem amorphen Teflon AF der Firma  
10 Dupont oder aus einem hochtransparenten hochviskosen Silikon bestehen.

Im Falle der Verwendung von Silikon als Matrixmaterial sind die beiden Folien 11 und 12 beispielsweise mittels Ätzen oder geeigneter Plasmabehandlung einseitig so präpariert, dass Silikon auf ihnen haftet. Entsprechend vorbereitete Folien sind direkt von Dupont erhältlich.

15 Die Herstellung des Aufbaus nach Fig. 1b erfolgt beispielsweise indem die homogene Mischung aus Farbstoff 13 und Matrixmaterial 14 mit einem geeigneten Verfahren wie beispielsweise Rakeln in homogener Dicke auf die Folie 11 aufgebracht wird.

Im Falle der Verwendung von gelöstem Teflon AF als Matrixmaterial folgt nun ein  
20 Austreiben des Lösungsmittels, was bei Temperaturen von ca. 100°C geschehen kann. Danach wird bei Temperaturen in der Gegend von ca. 300°C die zweite Folie 12 auflaminiert.



Im Falle der Verwendung von Silikon als Matrixmaterial kann allenfalls zunächst eine teilweise Aushärtung des Silikons erfolgen. Anschliessend wird die zweite Folie 12 auflaminiert und das Silikon ausgehärtet.

Die Dicke der Folien 11 und 12 liegen beispielsweise zwischen ca. 20 bis 200  $\mu\text{m}$ ,  
5 diejenige der Farbstoff 13 enthaltenden Matrixschicht 14 beispielsweise zwischen 20 bis 100  $\mu\text{m}$ .

Fig. 1c zeigt einen Schutzfolienaufbau nach Fig. 1b, dessen Schutzfunktion und Langzeit-Stabilität verbessert ist, indem die gesamte Folie, mit einem geeigneten Vakuumverfahren wie beispielsweise Sputtern oder Bedampfen, nachträglich  
10 beidseitig mit einer zusätzlichen, einige 0.1 bis 10  $\mu\text{m}$  dicken, anorganischen Schutzschicht 15 beispielsweise aus  $\text{SiO}_x$  oder  $\text{SiN}_x\text{O}_x$  beschichtet ist. Selbstverständlich wäre es auch möglich eine Folie nach Fig. 1a entsprechend zu beschichten. Auch eine bloss einseitige Beschichtung mit einer anorganischen Schutzschicht ist möglich.

15 Der Aufbau nach Fig. 1d unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 1c dadurch, dass sich die beiden Schichten aus anorganischem Schutzmaterial 15 sich im Innern der Folie in unmittelbarer Nachbarschaft des mit Farbstoff 13 vermischten Matrixmaterials 14 befinden.

Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bei Biegebelastungen die Schutzschichten  
20 15 nicht rissig werden oder dies mindestens erst bei wesentlich stärkeren Belastungen auftritt.





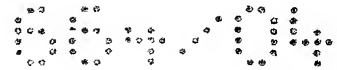
Die Herstellung der Schutzfolie nach Fig. 1d erfolgt, indem die beiden Folien 11 und 12 bereits vor der späteren Erstellung des Verbundes mindestens je einseitig mit der anorganischen Schutzschicht 15 versehen werden.

5 Fig. 1e zeigt einen Aufbau gemäss Fig.1c, bei dem die beiden aussen liegenden anorganischen Schutzschichten 15 durch zwei zusätzliche Schichten 16 vor Rissbildung geschützt sind. Die beiden zusätzlichen Schutzschichten 16 sind beispielsweise ebenfalls aus FEP-Folie, wobei eine Dicke von 10 bis 50 µm genügenden Schutz bietet.

10 In Fig. 2a ist die schematische, nicht massstäbliche Querschnitt einer mehrlagigen Schutzfolie gezeigt, wobei die erste Lage 21 im von der zweiten Lage 22a geschützten Oberflächenbereich Farbstoff bzw. Phosphor 23a zur Licht-Konversion oder -Filterung beinhaltet. Die zweite Lage 22a wiederum beinhaltet im von der nächsten Lage 22b geschützten Oberflächenbereich Farbstoff bzw. Phosphor 23b zur Licht-Konversion oder -Filterung.

15 Sinnvoll sind solche, wie in 2a aber auch in 2b, 2c, 2d gezeigte, Aufbauten mit mehreren Farbschichten beispielsweise dann, wenn eine stufenweise Farbkonversion – also beispielsweise von ultraviolett zu blau und dann von blau zu weiss - erfolgen soll und/oder wenn nach einer Farbkonversion beispielsweise überschüssiges nicht konvertiertes Licht herausgefiltert werden soll.

20 Die Lagen 11, 22a und 22b bestehen aus einer hochtransparenten, langzeitstabilen Schutzfolie, also beispielsweise aus am Markt erhältlichen FEP oder PFA Folien der Firma Dupont.



Das Einbringen der Farbstoffe 23a und 23b sowie das Zusammenfügen der Folien 21 mit 22a und 22a mit 22b erfolgt lagenweise wie im Aufbau nach Fig. 1a geschildert.

Natürlich ist es möglich auf entsprechende Art Aufbauten mit noch mehr unterschiedlichen Lagen von Konversions- bzw. Filterfarbstoffen herzustellen.

- 5 Ein Nachteil des Aufbaus nach Fig. 2a kann unter gewissen Umständen sein, dass es schwierig ist eine grosse Homogenität der Verteilung der Farbstoffe 23a und 23b über die gesamte Folienfläche einzuhalten.

Der in Fig. 2b gezeigte, schematische, nicht massstäbliche Querschnitt einer mehrlagigen Schutzfolie behebt diesen möglichen Nachteil.

- 10 Auch diese Schutzfolie besteht im Wesentlichen aus Lagen 21, 22a und 22b einer hochtransparenten, langzeitstabilen Schutzfolie, also beispielsweise aus am Markt erhältlichen FEP oder PFA Folien der Firma Dupont.

- Die zur Farb-Konversion- oder Filterung notwendigen Farbstoffe 23a und 23b sind homogen in geeignete Matrixmaterialien 24a und 24b eingemischt. Dieser
- 15 Mischungsprozess findet unabhängig und mit grosser Genauigkeit statt. Die Matrixmaterialien 24a und 24b können beispielsweise aus hochtransparentem gelöstem amorphen Teflon AF der Firma Dupont oder aus einem hochtransparenten hochviskosen Silikon bestehen.

- Im Falle der Verwendung von Silikon als Matrixmaterial sind die Folien 21, 22a und
- 20 22b beispielsweise mittels Ätzen oder geeigneter Plasmabehandlung einseitig so



präpariert, dass Silikon auf ihnen haftet. Entsprechend vorbereitete Folien sind direkt von Dupont erhältlich.

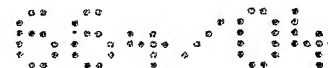
Die Herstellung des Aufbaus nach Fig. 2b erfolgt lagenweise entsprechend dem bezüglich Fig. 1b geschilderten Vorgehen.

- 5 Die Dicke der Folien 21, 22a und 22b liegen beispielsweise zwischen ca. 20 bis 200  $\mu\text{m}$ , diejenige der Farbstoff 23a und 23b enthaltenden Matrixschicht 24a und 24b beispielsweise zwischen 20 bis 100  $\mu\text{m}$ .

- Fig. 2c zeigt einen Schutzfolienaufbau nach Fig. 2b, dessen Schutzfunktion und Langzeit-Stabilität verbessert ist, indem die gesamte Folie, mit einem geeigneten  
10 Vakuumverfahren wie beispielsweise Sputtern oder Bedampfen, nachträglich beidseitig mit einer zusätzlichen, einige 0.1 bis 10  $\mu\text{m}$  dicken, anorganischen Schutzschicht 25 beispielsweise aus  $\text{SiO}_x$  oder  $\text{SiN}_x\text{O}_x$  beschichtet ist. Selbstverständlich wäre es auch möglich eine Folie nach Fig. 2a entsprechend zu beschichten.

- 15 Der Aufbau nach Fig. 2d unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 2c dadurch, dass sich die beiden Schichten aus anorganischem Schutzmaterial 25 sich im Innern der Folie in unmittelbarer Nachbarschaft des mit Farbstoff 23a bzw. 23b vermischten Matrixmaterials 24a bzw. 24b befinden.

- Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bei Biegebelastungen die Schutzschichten  
20 15 nicht rissig werden oder dies mindestens erst bei wesentlich stärkeren Belastungen auftritt.



Die Herstellung der Schutzfolie nach Fig. 2d erfolgt, indem die beiden Folien 21 und 22b bereits vor der späteren Erstellung des Verbundes mindestens je einseitig mit der anorganischen Schutzschicht 25 versehen werden.

Fig. 3a zeigt eine im Wesentlichen gemäss Fig. 1b aufgebaute Schutzfolie, die von 1b dadurch unterscheidet, dass die Mischung aus Farbstoff und Matrixmaterial 33 nicht ganzflächig in der gesamten Folie, sondern nur zonenweise vorhanden ist.

Die Zwischenräume 34 zwischen den Zonen 33 können allenfalls mit dem unvermischten Matrixmaterial ausgefüllt oder einfach hohl sein.

Das zonenweise Auftragen der Mischung 33 und allenfalls des unvermischten Matrixmaterials in die Zwischenräume 34 kann beispielsweise siebdruckartig, also durch Rakeln mit entsprechenden Sieben, erfolgen.

Ein Aufbau nach Fig. 3a ist offensichtlich dazu geeignet ausgehend von monochromatischem Licht ein zweifarbiges Erscheinungsbild der Schutzfolie zu erzeugen.

Fig. 3b unterscheidet sich von Fig. 3a dadurch, dass die Zonen 33a und 33b unterschiedliche Farbstoffe beinhalten. Natürlich können weitere Zonen mit weiteren Farbstoffen vorhanden sein.

Ein Aufbau nach Fig. 3b ist offensichtlich dazu geeignet ausgehend von monochromatischem Licht ein vielfarbiges Erscheinungsbild der Schutzfolie zu erzeugen.

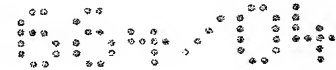


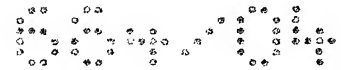
Fig. 3c unterscheidet sich im Wesentlichen von Fig. 3b dadurch, dass die Zonen mit unterschiedlichen Farbstoffen 33a und 33b, ähnlich wie in Fig. 2b gezeigt, in, allenfalls mittels einer Zwischenfolie 32a getrennten, unterschiedlichen Lagen angeordnet sind.

- 5 Dies kann erstens den herstellungsmässigen Vorteil haben, dass ein sehr scharfer Übergang von Farbe zu Farbe erzeugbar ist. Zweitens können sich die Zonen 33a und 33b – wie im linken Teil von Fig. 3d gezeigt - teilweise überlagern, womit zusätzliche Farbeffekte erzeugbar sind.

- 10 Der rechte Teil von Fig. 3d verdeutlicht die Möglichkeit, Zonen Mischungen 33a und 33b bzw. Zonen mit unvermishtem Matrixmaterial 34a und 34b in unterschiedlichen Lagen pixelartig so anzuordnen, dass mehrere solche Pixel vom Licht einer – in Fig. 3d unten angedeuteten – LED durchschienen werden.

Zusätzlich können sich – wie links in Fig. 3d gezeigt - die Pixel unterschiedlicher Lagen teilweise oder ganz überlagern.

- 15 Wen die Lichtfarbe der LED beispielsweise blau ist und beispielsweise Mischungen 33a und 33b vorhanden sind, von denen eine das blau Licht zu grün und die andere das blaue zu rot wandelt, lassen sich bei einer den Betrachtungsabstand angemessenen Feinheit der Pixel für den Betrachter – natürlich stehende und nicht dynamisch veränderliche - farbige Bilder mit einer nahezu beliebigen Farbenvielfalt  
20 erzeugen.



Für derartige Schutzfolien, die aus Abständen von einigen Metern und mehr betrachtet werden sollen, kann die notwendige Auflösung der Pixel durchaus mittels siebdruckartigen Verfahren hergestellt werden.

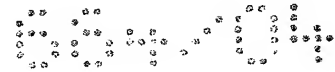
5 Für Schutzfolien die aus kleinen Abständen betrachtet werden sollen, ist es beispielsweise eine Möglichkeit die Farbstoffe schichtenweise zunächst ganzflächig aufzubringen und anschliessend die notwendigen feinen Pixelstrukturen photolithographisch zu erzeugen.

10 Fig. 4a zeigt eine prinzipiell gemäss Fig. 1a aufgebaute Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder -filterung, eine der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung erfüllt. Selbstverständlich könnte die Folie prinzipiell auch gemäss einer beliebigen der Figuren 1a bis 3d aufgebaut sein.

15 Zu diesem Zweck ist eine der Folien 41 oder 42 – im Beispiel die Folie 41 – mit mindestens einem mikrooptischen Element 48 im Sinne einer fresnelartigen refraktiven oder einer diffraktiven Struktur versehen. Die im Beispiel gezeigte Struktur 48 steht stellvertretend für ein beliebiges derartiges mikrooptisches Element.

Die relative Lage der mikrooptischen Elemente zueinander und/oder zu mindestens zu einem definierten Rand der Folie ist in aller Regel auf die relative Lage der LED des die Folie später einmal durchleuchtenden LED-arrays abgestimmt.

20 Die Herstellung der mikrooptischen Struktur 48 und der gesamten Schutzfolie kann auf unterschiedliche Arten geschehen.



Eine erste Möglichkeit ist es die entsprechende Folie 41 oder 42 vorgängig zum Verbinden der gesamten Schutzfolie mittels eines Verfahrens der bekannten Verfahren zur Strukturierung von Folien – also beispielsweise mittels Prägen, Rotationsprägen, Giessen, Rotationsgiessen oder Beschichten mit Metall mit  
5   anschliessendem photolithographischen Strukturieren – mit mindestens einem der gewünschten mikrooptischen Elemente zu versehen. Danach findet die Verbindung der gesamten Schutzfolie gemäss dem für Fig. 1a geschilderten Vorgehen statt, wobei die optischen Elementen auf der Aussenfläche der entsprechenden Folie 41 oder 42 liegen.

10   Eine zweite Möglichkeit ist es, zunächst die gesamte Schutzfolie gemäss Fig. 1a herzustellen und dann nachträglich die mikrooptischen Elemente durch ein Verfahren, wie Prägen oder Rotationsprägen oder Beschichten mit Metall mit anschliessendem photolithographischen Strukturieren, aufzubringen.

15   Fig. 4b zeigt eine prinzipiell gemäss Fig. 1b aufgebaute Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder –filterung, zwei der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung erfüllt. Selbstverständlich könnte die Folie prinzipiell auch gemäss einer beliebigen der Figuren 1a bis 3d aufgebaut sein.

20   Im Gegensatz zum Aufbau gemäss Fig. 4a sind hier beide Deckfolien 41 und 42 mit – in der Regel aufeinander abgestimmten - mikrooptischen Elementen versehen.

Die Überlegungen zur Herstellung einer Schutzfolie gemäss Fig. 4b entsprechen in allen Belangen denjenigen, die bezüglich Fig. 4a geschildert wurden.

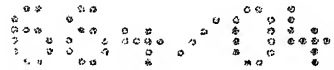


Fig. 4c zeigt eine prinzipiell gemäss Fig. 1b aufgebaute Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder -filterung, zwei der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung erfüllt. Selbstverständlich könnte die Folie prinzipiell auch gemäss einer beliebigen der  
5 Figuren 1a bis 3d aufgebaut sein.

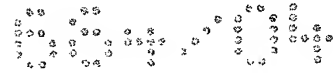
Der Aufbau von Fig. 4c unterscheidet sich in doppelter Hinsicht von demjenigen von Fig. 4b.

Erstens ist im Beispiel nur eine der Ausgangsfolien 41 und 42 – hier 42 – mit mikrooptischen Elementen 49 versehen. Zusätzlich ist diese Ausgangsfolie 42 so mit dem restlichen Aufbau verbunden, dass die mikrooptischen Elemente 49 im Innern  
10 der gesamten Schutzfolie liegen. Dies kann unter rauen Umgebungsbedingungen ein Verschmutzen und/oder den Abrieb der Strukturen verhindern. Zu diesem Zwecke muss die Folie 42 selbstverständlich vor dem Verbinden strukturiert sein. Zusätzlich ist es in der Regel von Vorteil, wenn die mikrooptischen Elemente 49 leicht vertieft  
15 in der Folie 42 liegen und so beim Verbinden derselben mit der Mischlage 43,44 ein Luftvolumen 49a entsteht. Dies kann einerseits aus optischen Gründen von Vorteil sein, andererseits verhindert es eine Beeinträchtigung der mikrooptischen Strukturen 49 beim Prozess des Zusammenfügens.

Selbstverständlich könnten beide Ausgangsfolien 41 und 42 entsprechend strukturiert  
20 und verbunden sein.

Zweitens unterscheidet sich Fig.4c von Fig. 4b dadurch, dass auf mindestens einer der Ausgangsfolien 41 und 42 – hier auf 41 – eine zusätzlich Schicht 47 aufgebracht ist, welche die mikrooptischen Elemente 48 beinhaltet. Dies macht dann Sinn, wenn



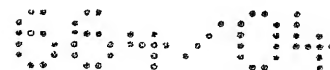


die Schicht 47 einen markant anderen – in der Regel höheren – Brechungsindex besitzt als die Ausgangsfolie 41. Beispielsweise besitzt die aus FEP bestehende Ausgangsfolie einen Brechungsindex von ca. 1.3 bis 1.35 und die zusätzlich aus Silikon oder PI bestehende Schicht 47 einen solchen zwischen 1.42 bis hinauf zu 1.9.

- 5 Die Schichtdicken, und damit die maximale Tiefe der optischen Strukturen 48, sind abhängig vom Material der Schicht 47. Im Falle von Silikon können sie zwischen einigen mm bis zu einigen 100 mm betragen. Im Falle von PI-Resist sind nur mit grossem Aufwand Schichtdicken zu erreichen, die grösser sind als einige  $\mu\text{m}$  bis höchsten einige wenige 10  $\mu\text{m}$ .
- 10 Hergestellt wird diese Schicht 47 durch ein nachträgliches Auftragen auf die sonst fertige Schutzfolie, beispielsweise mittels Rakeln oder Aufsprühen. Anschliessend wird die Schicht, beispielsweise mittels Prägen, mit den mikrooptischen Elementen versehen und dann ausgehärtet.

- 15 Fig. 4d zeigt eine prinzipiell gemäss Fig. 1d aufgebaute Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder –filterung, zwei der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung oder Lichtumlenkung erfüllt. Selbstverständlich könnte die Folie prinzipiell auch gemäss Fig. 2d aufgebaut sein.

- 20 In 4d ist die Ausgangsfolie 12 der Fig. 1d ersetzt durch eine Schicht 47, die aus einem Material mit hohem Brechungsindex besteht und die mikrooptischen Elemente 49 beinhaltet. Die Überlegungen zum Aufbau dieser Schicht 47 entsprechen genau den entsprechenden bezüglich Fig. 4c beschrieben.



Die Ausgangsschicht 41 trägt ebenfalls eine entsprechend hergestellte und mit mikrooptischen Elementen 48 versehene Schicht 47. Zusätzlich ist diese, und damit die mikrooptischen Element 48, durch eine zusätzliche, beispielsweise aus FEP bestehende, im Normalfall nur wenige 10 µm dicke Schicht 46 geschützt.

- 5 Selbstverständlich könnte eine solche zusätzliche Schutzschicht 46 auch beidseitig vorhanden sein.

Fig. 5 zeigt eine prinzipiell gemäss Fig. 1a aufgebaute Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder -filterung, die optische Funktion diffuse Lichtstreuung erfüllt. Selbstverständlich könnte die Folie prinzipiell auch  
10 gemäss einer beliebigen der Figuren 1a bis 4d aufgebaut sein.

Im gezeigten Fall und in allen anderen denkbaren Fällen ist zusätzlich zu dem sonstigen Aufbau der Schutzfolie eine weitere Lage 54 vorhanden. Obwohl diese Lage 54 diffuses Licht erzeugen soll besteht sie vorteilhafterweise aus einem der bisher diskutierten dauerhaft hochtransparenten, langzeitstabilen Kunststoffe wie  
15 FEP oder Silikon. Dies aus dem Grunde, dass trübe werdende Folien nicht zwar auch diffuses Licht erzeugen aber hauptsächlich Licht absorbieren. Lichtabsorption ist in unserem Falle aber völlig unerwünscht.

Diffuses Licht bei möglichst wenig Absorption kann erzeugt werden, indem der hochtransparente Kunststoff 54 mit beispielsweise metallischen, das Licht möglichst  
20 vollständig spiegelnden Körpern 55 oder beispielsweise mit transparenten, das Licht teilweise durchlassenden und teilweise spiegeln Hohlkörpern 55, also beispielsweise Hohlglaskugeln, gefüllt ist.



Die Herstellung einer solchen, beispielsweise mit Hohlglaskugeln gefüllten Lage ist einfach. Beispielsweise wird gelöstes amorphes Teflon AF oder hochviskoses Silikon mit am Markt erhältlichen Hohlglaskugeln durchmischt, anschliessend beispielsweise mittels Rakeln auf die sonst fertige Schutzfolie aufgetragen und dann  
5 ausgehärtet.

Fig. 6 zeigt die völlig andere Möglichkeit einer Schutzfolie, welche zusätzlich zur optischen Funktion Lichtfarbkonversion oder -filterung, die optische Funktion Lichtbündelung erfüllt.

Zu diesem Zweck wird eine, im Beispiel der Fig. 6 gemäss Fig. 1b aufgebaute,  
10 Schutzfolie als Ganzes umgeformt. Die Umformung erfolgt so, dass zunächst schalenförmige Zonen 64 mit der Form der Oberfläche eines linsenartigen Körpers entstehen. Diese linsenartigen Formen 64 können zylindrisch oder rotationssymmetrisch sein.

In einem nächsten Schritt werden diese schalenförmig umgeformten Zonen mit einen  
15 optisch transparenten Stoff 65, also beispielsweise mit Teflon AF oder Silikon, gefüllt und ausgehärtet.

Selbstverständlich sind auf die geschilderte Art auch das Licht aufweitende Zonen oder das Licht umlenkende, d.h. prismenartige Zonen herstellbar.

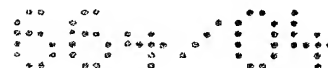


### PATENTANSPRÜCHE

1. Lichtemittierendes Paneel mit einer Mehrzahl von ungehäusten, auf einem Träger aufgebrachten und elektrisch kontaktierten lichtemittierenden Dioden, wobei das Paneel abschnittsweise flächig ist, gekennzeichnet durch eine optisch wirksame, flüssigkeitsdichte Schutzfolie, die so angebracht ist, dass sie eine Mehrzahl von Dioden vor Umwelteinflüssen schützend abdeckt und von diesen abgesandtes Licht beeinflusst.  
5
2. Lichtemittierendes Paneel, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzfolie Farbstoffe oder Phosphore zur Frequenzkonversion oder Filterung enthält.  
10
3. Lichtemittierendes Paneel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzfolie optisch refraktiv oder diffraktiv wirkende Strukturen zur Kollimation, Fokussierung, Aufweitung und/oder Umlenkung von Licht enthält, welches von den Dioden erzeugt wird.
- 15 4. Lichtemittierendes Paneel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie ein Fluorpolymer und/oder ein transparentes Silikon enthält.
- 20 5. Optisch wirksame Schutzfolie für ein Array von Licht emittierenden Dioden (LED) zur Verwendung in einem Lichtpaneel nach einem der Ansprüche 1 bis 4,



- die einen wirksamen Schutz gegen Gase und Flüssigkeiten, insbesondere gegen Sauerstoff, Wasser und Wasserdampf, für die elektrolumineszenten Elemente, für die elektrischen Kontaktierungen derselben und für allenfalls in oder auf der Folie selbst vorhandene Farbstoffe oder Phosphore bildet
- 5
- die mindestens eine der optischen Funktionen Lichtfarbkonversion oder Lichtfarbfilterung und allenfalls zusätzlich mindestens eine der optischen Funktionen Lichtbündelung, Lichtaufweitung, diffuse Lichtstreuung, Lichtumlenkung erfüllt,
- 10
- und die eine Langzeit-Stabilität der chemischen, mechanischen und optischen Eigenschaften besitzt, in dem Sinne, dass
- bezüglich der chemischen Eigenschaften die genannten Schutzfunktionen über mindestens 50'000 Betriebsstunden erhalten bleiben,
- 15
- bezüglich der mechanischen Eigenschaften unter Witterungsbedingungen im Freien und unter mechanischer Wechselbelastung während mindestens 50'000 Betriebsstunden kein Verspröden und keine Rissbildung auftritt
- und bezüglich der optischen Eigenschaften die Folie im Bereich sichtbaren Lichtes beispielsweise nach mindestens 20'000 Betriebsstunden, besser aber erst nach 50'000 Betriebsstunden, einen Transmissionsverlust von höchstens 20% aufweisen darf.
- 20
6. Schutzfolie nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrschichtig ist.
7. Schutzfolie nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie grossflächig und unabhängig von dem Array von LEDs herstellbar, nachträglich ohne Verlust an Funktionalität zerschneidbar und mindestens teilweise auf das Array von LED aufbringbar ist.



8. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Langzeitstabilität beinhaltet, dass die chemischen, mechanischen und optischen Eigenschaften auch bei Betriebstemperaturen von bis zu mindestens 120°C über 50'000 Betriebsstunden erhalten bleiben.
- 5 9. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie unter der Verwendung von Fluorpolymeren, also beispielsweise Folien der Firma Dupont aus FEP oder PFA, amorphen Fluorpolymeren wie Teflon AF der Firma Dupont, oder von transparenten Silikonen und als Werkstoffe und allenfalls zusätzlicher anorganischer Schichten wie beispielsweise SiOx, SiNxOx oder
- 10 TiOx hergestellt ist.
10. Schutzfolie nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Konversion der Lichtfarbe oder zur Filterung bestimmter Lichtfarben so aufgebaut ist, dass Farbstoffe oder Phosphore zwischen mindestens zwei Lagen von Fluorpolymer- und/oder Silikonwerkstoffen eingebettet ist.
- 15 11. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Konversion der Lichtfarbe und/oder zur Filterung bestimmter Lichtfarben so aufgebaut ist, dass sich mehrere Lagen aus Fluorpolymer- und/oder Silikonwerkstoffen folgen und jeweils eine Lage einen entsprechenden Farbstoff oder Farbstoffmischung trägt und dass dieser mehrlagige Aufbau zwischen
- 20 mindestens zwei Lagen von Fluorpolymer- und/oder Silikonwerkstoffen eingebettet ist.
12. Schutzfolie nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass, mindestens lokal, unterschiedliche Farbstoffe in unterschiedlichen, relativ



grossflächigen oder allenfalls pixelartig angeordneten, Zonen der Folie vorhanden sind, so dass ausgehend von einem Array gleichfarbiger LED durch eine Folie Zonen unterschiedlicher Lichtfarbe erzeugt werden.

- 5 13. Schutzfolie nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlichen Farben in unterschiedlichen Lagen vorhanden sind.
14. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbstoffe nanostrukturiert sind, so dass es keine Lichtstreuung an Farbstoffkörnern gibt.
- 10 15. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzliche, stärker trübe werdende transparente Werkstoffe, mit speziellen erwünschten Eigenschaften wie beispielsweise hohen Brechungsindizes, in so dünnen Schichten verwendet werden, dass deren Trübung die Langzeitstabilität nicht gefährdet, beispielsweise indem die Dicke der dünnen Schichten zwischen maximal 1 Mikrometer und maximal 20 Mikrometer gewählt wird, und/oder
- 15 indem die Dicke der dünnen Schichten so gewählt wird, dass die entstehende Absorption kleiner als 15%, vorzugsweise kleiner als 10% ist.
16. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine anorganische Schichten wie beispielsweise  $\text{SiO}_x$  oder  $\text{SiN}_x\text{O}_x$ , vorhanden ist.
- 20 17. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens bereichsweise mit beispielsweise durch Prägen erzeugten



mikrooptischen Elementen im Sinne fresnelartiger Linsen bzw. Prismen oder im Sinne diffraktiver mikrooptischer Elementen versehen ist.

- 5 18. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 17, gekennzeichnet durch Strukturen zum Erwirken einer Lichtumlenkung ausführt, indem die Folie beispielsweise durch Tiefziehen so umgeformt ist, dass mindestens lokal beispielsweise schalenartige Zonen im Sinne der Oberflächen von Zylinderlinsen und/oder rotationssymmetrischen Linsen vorhanden sind und dass diese schalenartigen Zonen mit einem geeigneten transparenten optischen Werkstoff, beispielsweise mit Silikon, hinterfüllt sind.
- 10 19. Schutzfolie nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass sie so aufgebaut ist, dass im Sinne des Strahlenganges die mikrooptischen Elemente vor einer Konversion der Lichtfarbe und/oder Filterung bestimmter Lichtfarben von dem im Wesentlichen monochromatischen Licht der LED-Lichtquellen
- 15 sind.
20. Schutzfolie nach einem der Ansprüche 5 bis 19, gekennzeichnet durch zusätzliche Elemente zur diffusen Streuung des Lichtes, wie beispielsweise Mikro-Hohlglaskugeln.
- 20 21. Verfahren zur Herstellung einer Schutzfolie, insbesondere nach einem der Ansprüche 5 bis 20, für Leuchtpaneele nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schutzfolie Mittel zur Farbkonversion aufweist, indem auf eine erste transparente Folie aus einem transparenten Werkstoff ein Farbstoff oder einem





Phosphor oder eine Matrix mit Farbstoff oder Phosphor aufgebracht wird und eine zweite Folie aus einem transparenten Werkstoff darauf aufgebracht wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Folie auflaminiert wird.

5 23. Schutzfolie, insbesondere nach einem hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, für ein Leuchtpaneel mit einer Mehrzahl von ungehäusten lichtemittierenden Dioden (LEDs), aufweisend eine erste transparente Schicht und eine zweite transparente Schicht und zwischen der  
10 ersten und der zweiten transparenten Schicht eine Schicht aus einem Farbstoff oder einem Phosphor oder einer Matrix mit einem Farbstoff oder Phosphor.

24. Schutzfolie nach Anspruch 23, gekennzeichnet durch das kennzeichnende Merkmal bzw. die kennzeichnenden Merkmale eines der Ansprüche 6 bis 20.



## ZUSAMMENFASSUNG

- Ein lichtemittierendes Paneel mit einer Mehrzahl von ungehäusten, auf einem Träger aufgebrachten und elektrisch kontaktierten lichtemittierenden Dioden besitzt eine optisch wirksame, flüssigkeitsdichte Schutzfolie, die so angebracht ist, dass sie eine
- 5 Mehrzahl von Dioden vor Umwelteinflüssen schützend abdeckt und von diesen abgesandtes Licht beeinflusst. „Optisch wirksam“ heisst beispielsweise farbkonvertierend oder die Strahlrichtung beeinflussend.

(Fig. 1a)

SECRET

Fig. 1a

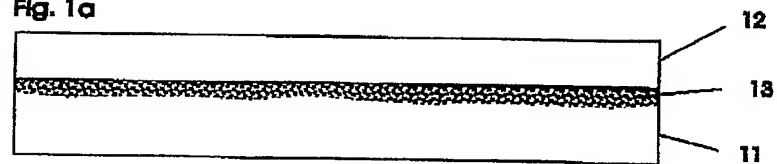


Fig. 1b

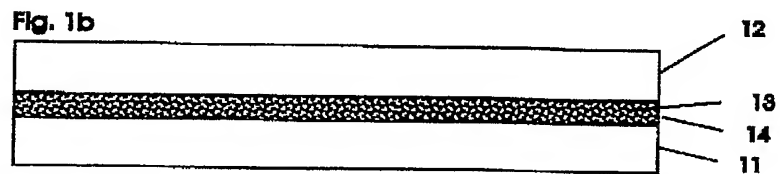


Fig. 1c

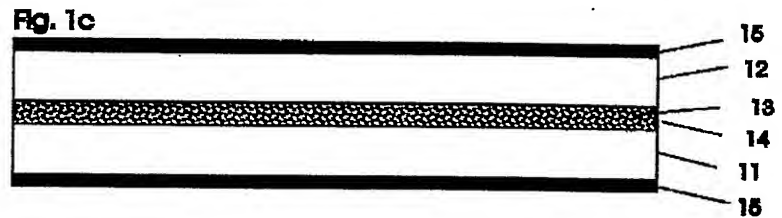


Fig. 1d

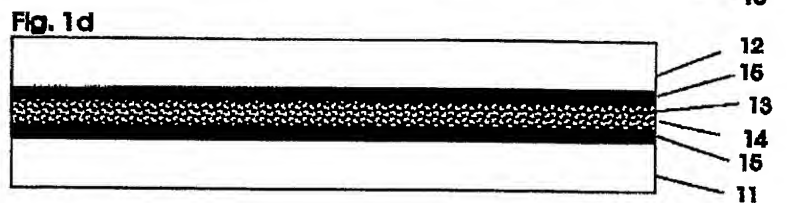


Fig. 1e

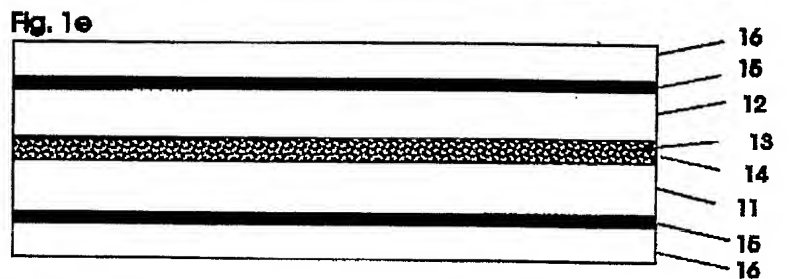


Fig. 2a

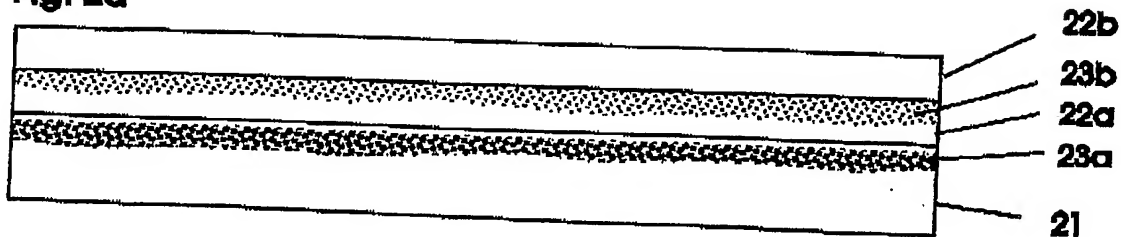


Fig. 2b

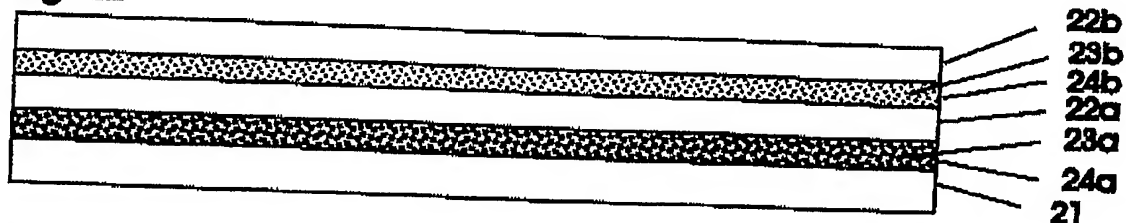


Fig. 2c

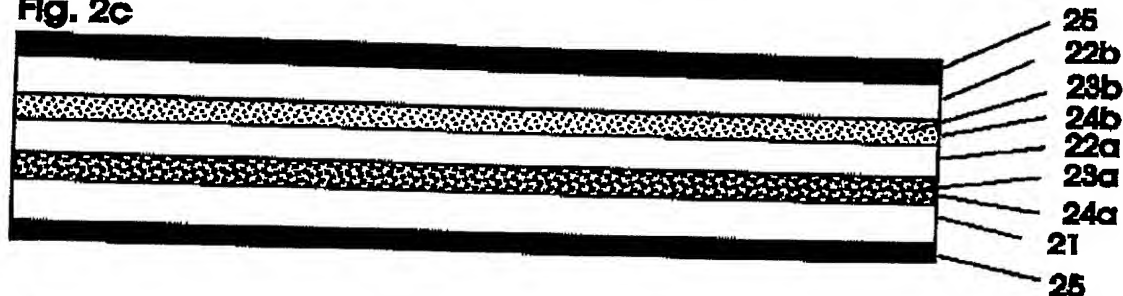
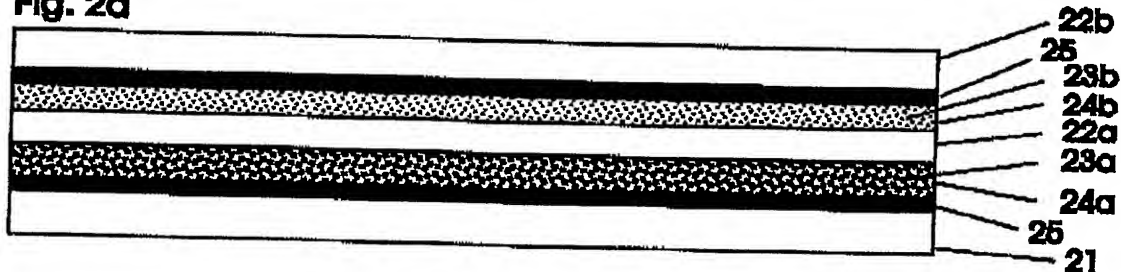
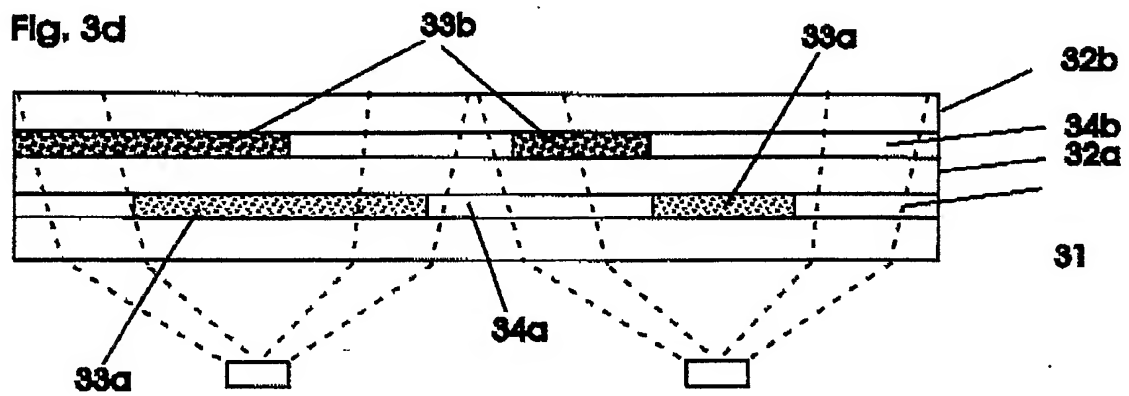
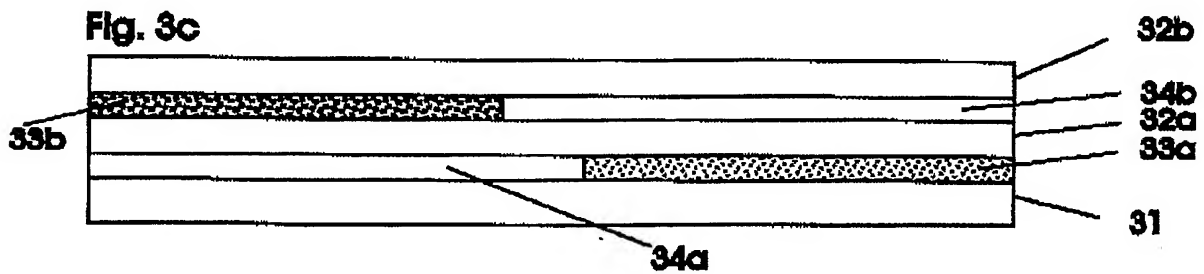
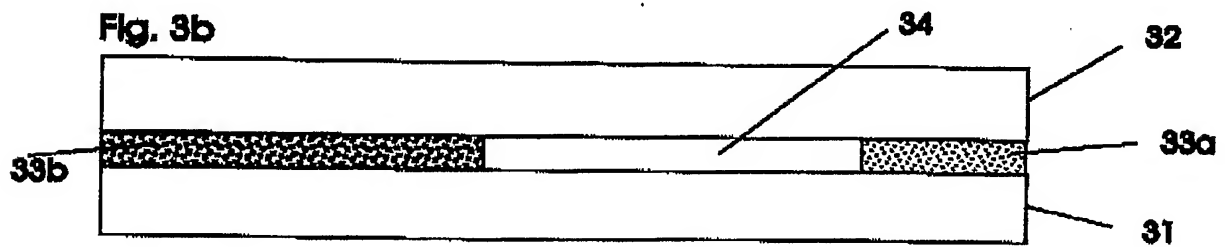
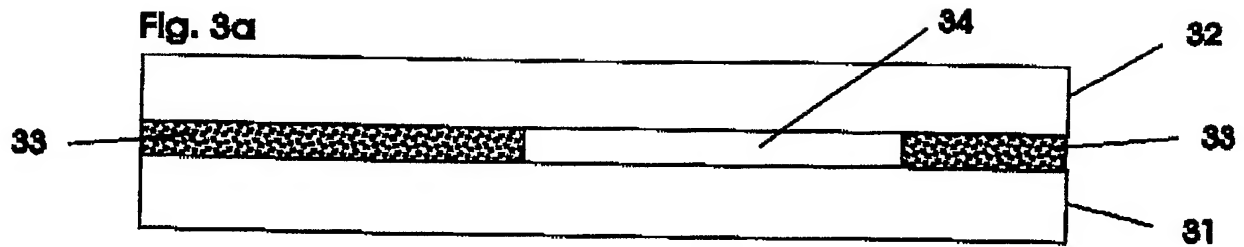
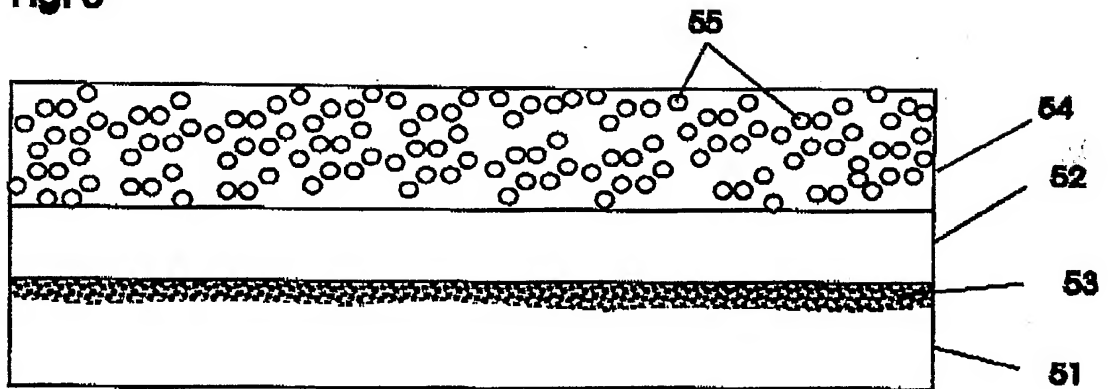


Fig. 2d





A cross-sectional view of a multi-layered material. It consists of a top layer (42), a central textured layer (43), and a bottom layer (41). Within the bottom layer, there is a dashed oval (48) containing a jagged, sawtooth-like line.



**Fig. 6**

